# Opérateur POST_DYNA_ALEA

## 1 But

POST_DYNA_ALEA permet d'effectuer deux types de post-traitement à l'issue d'un calcul de dynamique stochastique :

**Calcul de courbes de fragilité à partir d'une table contenant les résultats d'une simulation de Monte Carlo**
A partir d'une table [table_sdaster] contenant l'information sur les niveaux d'excitation (en analyse sismique, on choisit en général le PGA) ainsi que sur la défaillance ou non de la structure pour cette excitation, POST_DYNA_ALEA permet de déterminer les paramètres d'une courbe de fragilité selon le modèle lognormale et de calculer des valeurs de cette courbe. Le lecteur peut consulter [U2.08.05] pour une description plus détaillée.

**Post-traitement statistiquement des résultats de type interspectre.**
POST_DYNA_ALEA permet sur des fonctions sélectionnées dans un concept de type [table_fonction] de calculer des paramètres statistiques : moments spectraux, écart-type, distribution des pics, fréquence centrale.
Les tables d'interspectres sont obtenues par différents opérateurs : LIRE_INTE_SPEC [U4.36.01], CALC_INTE_SPEC [U4.36.03], DEFI_INTE_SPEC [U4.36.02], DYNA_ALEA_MODAL [U4.53.22], DYNA_SPEC_MODAL [U4.53.23] ou REST_SPEC_PHYS [U4.63.22]. On se reportera à [R7.10.01] pour la description des traitements réalisés.

Cet opérateur produit une table de type table_sdaster imprimable par IMPR_TABLE [U4.91.03].

# 2 Syntaxe

```
[table_sdaster] = POST_DYNA_ALEA

    (
      ♦  / FRAGILITE= _F(
                        ♦  TABL_RESU  =  tabres           [table_sdaster]
                        ◊  VALE   = liste                 [l_R]
                        ◊  LIST_PARA = laster             [listr8]
                        ◊  ALPHA_INI  = /   am0           [R]
                                        /   0.4           [DEFAUT]
                        ◊  BETA_INI   = /   beta0         [R]
                                        /   0.3           [DEFAUT]

                        ◊  FRACTILES = fract              [listr8]
                        ◊  NB_TIRAGE = nbt                [I]
                           ),


         / INTE_SPEC = inter                              [table_fonction]
         # INTE_SPEC est renseigné :
            ◊  NUME_VITE_FLUI = nume                      [I]
            ◊  TOUT_ORDRE     = 'OUI'                     [DEFAUT]
            ♦  /  ♦  NUME_ORDRE_I = lnumi                 [l_Kn]
                  ♦  NUME_ORDRE_J = lnumj                 [l_Kn]
               /  ♦  NOEUD_I      = lnoeudi               [l_Kn]
                  ♦  NOEUD_J      = lnoeudj               [l_Kn]
                  ♦  NOM_CMP_I    = lcmpi                 [l_Kn]
                  ♦  NOM_CMP_J    = lcmpj                 [l_Kn]

               /  OPTION          = 'DIAG'

            ◊  MOMENT =     lmom                          [l_I]

      ◊  INFO =     /  1                                  [DEFAUT]
                    /  2

      ◊  TITRE =    titre                                 [l_Kn]

    ) ;
```

# 3 Opérandes

## 3.1 Mot clé FRAGILITE

FRAGILITE =

Le mot_clé FRAGILITE permet de déterminer les paramètres $A_m$ et $\beta$ (médiane et écart-type logarithmique) d'une courbe de fragilité selon le modèle log-normale [U2.08.05] :

$$P_{f|a}=\Phi\left(\frac{\ln(a/A_m)}{\beta}\right)$$

On peut également calculer les valeurs de la courbe pour les valeurs de paramètres $A_m$ et $\beta$ obtenues. L'option FRACTILES (facultatif) permet en outre de déterminer des fractiles pour la courbe par une méthode de rééchantillonnage de l'échantillon original qu'on a renseigné dans TABL_RESU.

### 3.1.1 Opérande TABL_RESU

♦ TAB_RESU = tabres [table_sdaster]

On donne le nom de la table [table_sdaster] qu'on doit avoir crée auparavant à l'aide de CREA_TABLE [U4.33.02] . Cette table doit avoir au moins deux colonnes avec clés d'accès (nom de label de colonne) : PARA_NOCI (c'est l'indicateur caractérisant le niveau de l'excitation) et DEFA (les valeurs de cette colonne sont 0 si on n'a pas observé de défaillance ou 1 s'il y a eu défaillance.)

### 3.1.2 Opérandes LIST_VAL et VALE

On peut donner une liste de réels, valeurs pour lesquelles on évalue la courbe de fragilité.

Ceci peut se faire sous forme d'une liste contenant les valeurs de calcul $(a_1, a_2, \ldots, a_n)$ :
◊ ... VALE = liste [l_R]

ou en donnant le nom du concept de type listr8 contenant la liste des valeurs :
◊ ... LIST_VAL = liste [listr8]

### 3.1.3 Opérande AM_INI et BETA_INI

◊ .. ALPHA_INI
◊ .. BETA_INI

On donne des valeurs initiales des paramètres $A_m$ et $\beta$ à estimer (point de démarrage pour l'algorithme d'optimisation).

### 3.1.4 Opérandes FRACTILES et NB_TIRAGE

Ces opérandes doivent être renseignées si on souhaite déterminer des intervalles de confiances ou plus précisément des fractiles pour la courbe de fragilité par la méthode de rééchantillonnage (méthode dite de « bootstrap »). L'opérande FRACTILES permet de donner les fractiles qu 'on souhaite calculer.

◊ FRACTILES = fract [listr8]
Par défaut, on tire autant d'échantillons « bootstrap » qu'on dispose de données (c'est le nombre $N$ de simulation de Monte Carlo effectué au préalable et dont les résultats sont stockées dans la table

TABL_RESU). La commande NB_TIRAGE permet néanmoins de diminuer le nombre de tirage à effectuer :

◊ NB_TIRAGE = nbt [I]

Il faut que *nbt* soit inférieur ou égale au nombre de valeurs dans TABL_RESU ($nbt \leq N$). Cette fonctionnalité permet de réduire le temps de calcul mais est déconseillé dans le cas général car les résultats sont peu fiables.

## 3.2 Mot clé INTE_SPEC

♦ INTE_SPEC = inter

inter est le nom utilisateur de la table d'interspectres.

La table d'interspectres peut être obtenue par différents opérateurs : LIRE_INTE_SPEC [U4.36.01], CALC_INTE_SPEC [U4.36.03], DEFI_INTE_SPEC [U4.36.02], DYNA_ALEA_MODAL [U4.53.22], DYNA_SPEC_MODAL [U4.53.23] ou REST_SPEC_PHYS [U4.63.22]. Les paramètres nécessaires de la table sont :

'FONCTION' [K24]
si la table contient au moins une matrice interspectrale :
'NOM_CHAM'[K16],'VITE_FLUIDE'[R]
si les autospectres ou les interspectres sont calculés sur les modes :
'NUME_ORDRE_I'[I], 'NUME_ORDRE_J'[I]
si les autospectres ou les interspectres sont calculés sur les nœuds :
'NOEUD_I'[K8], 'NOEUD_J'[K8], 'NOM_CMP_I'[K8], 'NOM_CMP_J'[K8].

**Remarque**: *Les moments spectraux sont définis comme des intégrales de la densité spectrale de puissance (DSP):*

$$\lambda_i = \int_{-\infty}^{+\infty} |\omega|^i S_{XX}(\omega)\, d\,\omega = 2\int_{0}^{+\infty} \omega^i S_{XX}(\omega)\, d\,\omega$$

*Ainsi, si la DSP est donnée pour les fréquences positives uniquement,* POST-DYNA_ALEA *multiplie par 2 les intégrales des DSP calculés pour $\omega > 0$. Par ailleurs, les DSP sont définis en fonction de la fréquence naturelle $f = 2\pi\omega$ ($Hz$) dans* POST-DYNA_ALEA*. On utilise les formules suivantes [cf. R7.010.01] :*

$$S_{\mathbf{XX}}(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} R_{XX}(\tau)\, e^{-2i\pi f\tau}\, d\,\tau\,;$$

$$S'_{\mathbf{XX}}(\omega) = \frac{1}{2\pi} S_{\mathbf{XX}}(f)$$

Le lecteur est invité à consulter la documentation de la commande DYNA_ALEA_MODAL [U4.53.22] pour davantage d'informations sur le sens des paramètres du mot-clé.

◊ NUME_VITE_FLUI = nume

nume est le numéro d'ordre lorsque la table de l'interspectre contient plusieurs matrices interspectrales (cas des calculs de couplage fluide-structure paramétrées par une vitesse du fluide incident).

◊ TOUT_ORDRE = 'OUI'

Toutes les tables d'interspectre sont prises en compte.

On définit ensuite les termes de la (des) matrice(s) dont les fonctions vont subir le traitement.

♦ / ♦ NUME_ORDRE_I = lnumi
♦ NUME_ORDRE_J = lnumj

Lorsque les autospectres ou les interspectres sont calculés sur les **modes** :

- `lnumi` est la liste des numéros d'ordre des modes `'i'`. Exemple : `(2,3,1)`.
- `lnumj` est la liste des numéros d'odre des modes `'j'`. Exemple : `(2,1,4)`

Les indices sont appairés suivant le même rang.

- `(2,2)` correspond à l'autospectre sur le mode 2,
- `(3,1)` correspond à l'interspectre entre le mode 3 et le mode 1.

`lnumi` et `lnumj` doivent contenir le même nombre de termes.

```
/  ♦  NOEUD_I   = lnoeudi
   ♦  NOEUD_J   = lnoeudj
   ♦  NOM_CMP_I = lcmpi
   ♦  NOM_CMP_J = lcmpj
```

Lorsque les autospectres ou les interspectres sont calculés sur les **nœuds** dans une direction donnée :

- `lnoeudi` est la liste des nœuds suivant `"i"` : $(NO92, NO95, NO98)$
- `lnoeudj` est la liste des nœuds suivant `"j"` : $(NO92, NO92, NO92)$
- `lcmpi` est la liste des composantes suivant `"i"` : $(DX, DX, DY)$
- `lcmpj` est la liste des composantes suivant `"j"` : $(DX, DX, DX)$

Les nœuds et composantes sont appairés suivant le même rang :

- $(NO92\,DX, NO92\,DX)$ correspond à l'autospectre au nœud $NO92$ dans la direction $DX$,
- $(NO98\,DY, NO92\,DX)$ correspond à l'interspectre entre le nœud $NO92$ dans la direction $DX$ et le noeud $NO95$ dans la direction $DY$.

`lnoeudi`, `lnoeudj`, `lcmpi` et `lcpmj` doivent contenir le même nombre de termes.

```
/  OPTION = 'DIAG'
```

Les calculs sont effectués sur l'ensemble des autospectres de la matrice et uniquement pour ceux-là.

### 3.2.1 Opérande MOMENT

```
◊  MOMENT = lmom
```

`lmom` est la liste des ordres des moments spectraux qui seront calculés. Par défaut, les moments spectraux d'ordres `0`, `1`, `2`, `3` et `4` sont toujours calculés. Il convient donc de mentionner dans cette liste les moments d'ordre supérieur à `4`. Exemple : `(5,7,8)`.

## 3.3 Opérande INFO

```
◊  INFO =
```

| | |
|---|---|
| `1` | impression des résultats demandés. |
| `2` | comme `1` mais avec plus de détails. |

## 3.4 Opérande TITRE

```
◊  TITRE = titre
```

`titre` est le titre du calcul. Il sera imprimé en tête des résultats. Voir [U4.03.01].

# 4 Résultats fournis

## 4.1 Mot-clé FRAGILITE

Les paramètres de la table en sortie sont :

| PARAMETRES | TYPE | DESCRIPTION |
|---|---|---|
| TITRE | TXM | Titre de la table |
| AM | R | Paramètre $A_m$ estimé par maximum de vraisemblance à partir de l'échantillon original |
| BETA | R | Paramètre $\beta$ estimé par maximum de vraisemblance à partir de l'échantillon original |
| PARA_NOCI | R | Valeurs du paramètre de nocivité pour lesquelles on évalue les courbes |
| PFA | R | Valeurs de la courbe de fragilité (paramètres AM et BETA) |
| FRACTILES | R | Valeurs des courbes pour le fractile $f$ |

## 4.2 Mot-cle INTE_SPEC

Pour chaque fonction choisie dans l'interspectre, POST_DYNA_ALEA stocke dans une table accessible par IMPR_TABLE [U4.91.03]

- les moments spectraux
- des paramètres statistiques (à utiliser s'il s'agit d'un autospectre):
  - écart-type,
  - facteur d'irrégularité,
  - nombre moyen d'extrema par seconde,
  - nombre de passages par zéro par seconde,
  - fréquence centrale

Les paramètres de cette table sont :

| PARAMETRES | TYPE | DESCRIPTION |
|---|---|---|
| NUME_ORDRE_I | I | numéro d'ordre des modes $i$ |
| NUME_ORDRE_J | I | numéro d'ordre des modes $j$ |
| NOEUD_I | NO | Noeud $i$ |
| NOEUD_J | NO | Noeud $j$ |
| NOM_CMP_I | TXM | Nom de la composante au noeud $i$ $(DX, DY, DY)$ |
| NOM_CMP_J | TXM | Nom de la composante au noeud $j$ $(DX, DY, DY)$ |
| LAMBDA_00 | R | moment spectral d'ordre 0 |
| LAMBDA_01 | R | moment spectral d'ordre 1 |
| LAMBDA_02 | R | moment spectral d'ordre 2 |
| LAMBDA_03 | R | moment spectral d'ordre 3 |
| LAMBDA_04 | R | moment spectral d'ordre 4 |
| ECART | R | écart-type |
| NB_EXTREMA_P_S | R | nombre moyen d'extrema par seconde |
| NB_PASS_ZERO_P_S | R | nombre de passages par zéro par seconde |
| FREQ_APPAR | R | fréquence centrale |
| FACT_IRRE | R | facteur d'irrégularité |

Si INFO = 1 on imprime dans le fichier MESSAGE

- le nom utilisateur de la table,
- les deux indices (les 2 nœuds ou les 2 modes) de la fonction sélectionnée,
- le type de résultat calculé,
- les options de calculs choisies ou prises par défaut,
- les valeurs des fonctions sélectionnées.

# 5 Exemple

## 5.1 Mot-clé FRAGILITE

Exemple d'une table générées au préalable, en faisant appel à `CALC_TABLE`, lors de la simulation de Monte Carlo (voir aussi [U2.08.05]) :

```
#TABLE_SDASTER
 PARA_NOCI        DEFA
  5.00000E-01         1
  4.50000E-01         0
  3.00000E-01         0
  3.00000E-01         1
  1.50000E-01         0
  2.50000E-01         0
  9.00000E-01         1
  4.00000E-01         1
      ⋮               ⋮
```

Exemple du calcul d'une courbe de fragilité :

```
TAB_POST=POST_DYNA_ALEA( FRAGILITE=(_F(TABL_RESU=TAB1,
                            LIST_PARA=lr,
                            AM_INI  =0.3 ,
                            BETA_INI=0.1 ,
                            FRACTILE = (0.0,0.05,0.5,0.95,1.0),
                            NB_TIRAGE =50,
                          ),),
                  TITRE = 'courbe 1',
                  INFO=2,);
```

Dans cette exemple, on effectue un rééchantillonnage ( $N=nbtr=50$ ) pour estimer les fractiles de la courbe 5%, 50% (médiane) et 95% et on détermine les enveloppes (100% et 0%).

## 5.2 Mot-clé INTE_SPEC

Premier exemple :

```
POSTALEA =POST_DYNA_ALEA(
                       INTE_SPEC= INTERS,
                       TOUT_ORDRE='OUI',
                       OPTION='DIAG'
                       )
```

Deuxième exemple :

```
POSTALEA=POST_DYNA_ALEA(
                       INTE_SPEC=INTERS,
                       NOEUD_I='N1',
                       NOM_CMP_I='DX',
                       NOEUD_J='N1',
                       NOM_CMP_J='DX',
                       )
```